PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-142338
(43)Date of publication of application : 08.06.1993

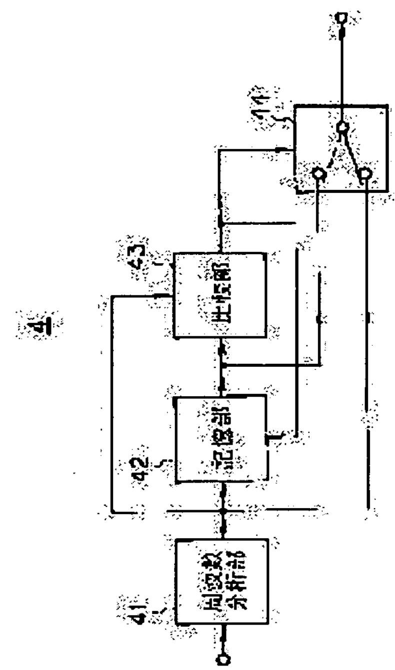
(51)Int.CI. G01S 13/34

(21)Application number : 03-310763
(22)Date of filing : 26.11.1991

(71)Applicant : FUJITSU TEN LTD
(72)Inventor : KAMIMURA MASATSUGU
SHIMA NOBUKAZU
YASUKI HISANORI

(54) MILLIMETER RADAR WAVE DISTANCE AND VELOCITY MEASURING DEVICE

(57)Abstract:
PURPOSE: To prevent dispersion associated with counting measurement to stably measure distances and velocities by using the current peak frequency when it is within a specified range around the previous frequency or the previous frequency when it is not within that range.
CONSTITUTION: A frequency analysis part 41 analyzes the frequency of beat signals to determine the respective peak frequencies of the rising and falling sides of modulated frequencies. A comparison part 43 compares a peak frequency most recently entered with the previous frequency read out from a storage part 42 to use the current peak frequency to determine distances and velocities when it is within a specified range around the previous frequency or the previous frequency when it is not within that range. This constitution allows distances and velocities to be stably determined even if the results of the analysis of beat signals are scattering since the peak frequency is determined based on a captured target.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.01.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2765773

[Date of registration] 03.04.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号

特開平5－142338

(43)公開日　平成5年(1993)6月8日

(51)Int. Cl.5	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G01S　13/34		8940－5J		

審査請求　未請求　請求項の数4　（全12頁）

(21)出願番号　特願平3-310763

(22)出願日　平成3年(1991)11月26日

(71)出願人　000237592
富士通テン株式会社
兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72)発明者　上村　正継
兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
富士通テン株式会社内

(72)発明者　島　伸和
兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
富士通テン株式会社内

(72)発明者　安木　寿教
兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
富士通テン株式会社内

(74)代理人　弁理士　青木　朗　（外4名）

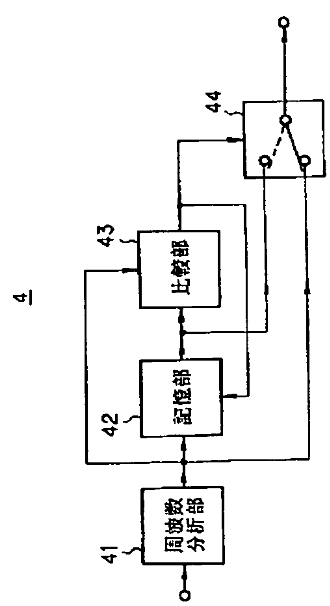
(54)【発明の名称】ミリ波レーダ距離速度測定装置

(57)【要約】

【目的】　本発明は連続波レーダの送信信号に周波数変調を施し同時に目標からの反射信号を受信して距離、速度を測定するに際し、ノイズ等により測定されるビート信号のピーク周波数がバラツキ、このため距離及び速度が不安定になるのを防止することを目的をする。特に本発明では複数の目標に対する信号処理装置に言及する。

【構成】　ミリ波レーダ距離速度測定装置において、ビート信号を周波数分析して周波数変調の周波数の上昇側及び下降側でそれぞれピーク周波数を求め、今回のピーク周波数が前回のピーク周数波数を中心とする所定幅の範囲にあるときには、今回のピーク周波数を距離及び速度を、今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いる。複数の目標に対する上昇側及び下降側でのピーク周波数について、同様にして求める。測定する間の速度を一定として、今回の周波数を予測し、これを前回のピーク周波数として用いる。

図1に示す信号処理部の構成を示す図



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　連続波レーダの送信信号の送信信号に周波数変調を施して適当に繰り返して行い、受信信号と送信信号とのビート信号から距離及び速度を求めるミリ波レーダ距離速度測定装置において、

前記ビート信号を周波数分析して前記周波数変調の周波数の上昇側及び下降側でそれぞれピーク周波数を求め、今回のピーク周波数が前回のピーク周波数を中心とする所定幅の範囲にあるときには、該今回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用い、該今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、該前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いることを特徴とするミリ波レーダ距離速度測定装置。

【請求項２】　複数の目標に対する上昇側及び下降側でのピーク周波数について、該今回のピーク周波数が該前回のピーク周数波数を中心とする所定幅の範囲にあるときには、該今回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用い、該今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、該前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いる請求項１記載のミリ波レーダ距離速度測定装置。

【請求項３】　該今回のピーク周波数と該前回のピーク周数波数とを測定する間の速度を一定として、該今回の周波数を予測し、該今回の周波数と該予測値を比較して、該今回のピーク周波数が該前回のピーク周数波数を中心とする該所定幅の範囲にあるときには、該今回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用い、該今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、該前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いる請求項１記載のミリ波レーダ距離速度測定装置。

【請求項４】　受信信号と送信信号とのビート信号から得られた過去の複数の距離及び速度からそれぞれ線型予測により今回の距離及び速度を求め、この距離及び速度から今回の上昇側及び下降側の予測ピーク周波数を推測する請求項３記載のミリ波レーダ距離速度測定装置。

【発明の詳細な説明】　＊

2

＊【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は連続波レーダの送信信号に周波数変調を施し同時に目標からの反射信号を受信して距離、速度を測定するためのミリ波レーダ距離速度測定装置に関する。特に本発明ではノイズ等により測定されるビート信号のピーク周波数がバラツキ、このため距離及び速度が不安定になるのを防止することを目的をする。

【０００２】

【従来の技術】従来このような分野のミリ波レーダ距離速度測定装置に関する技術としては、「レーダ技術」（社団法人：電子情報通信学会）に記載されたものがあった。連続波レーダの送信信号の送信信号に周波数変調を施して適当に繰り返して行い、受信信号とビートをとると、ビート周波数ｆは、

$$f = 4R \cdot fm \cdot \Delta f / c \quad \cdots (1)$$

として表せる。ここにＲは目標までの距離、ｆｍは周波数変調の繰り返し周波数、Δｆは周波数偏移幅、ｃは光速を表す。従ってビート周波数ｆが得られると目標までの距離が求められる。

【０００３】次に目標が移動している場合には、ドップラ効果により送信信号と受信信号との関係では、ビート信号周波数ｆは、固定した目標の場合のビート信号周波数ｆにドップラ周波数ｆｐが重畳し、その方向が各変調サイクル毎に上昇（ｕｐ）又は降下（ｄｏｗｎ）を交互に変わり、ドップラ周波数ｆｐを、

$$fp = 2 \cdot f0 \cdot V / c \quad \cdots (2)$$

ここでｆ０は送信中心周波数でｆ０＝Ｎ／ｆｓ、Ｎ：ＦＦＴ（高速フーリエ変換器）のポイント数、ｆｓ：サンプリング周波数、Ｖ：目標との相対速度と表し、とすると、すなわち目標に対してビート信号の上昇側及び下降がわの周波数は下記のように表せる。

【０００４】$fu(up) = f - fp \quad \cdots (3)$

$fd(down) = f + fp \quad \cdots (4)$

したがって変調の各半サイクル毎に、ｆｕ（ｕｐ）とｆｄ（ｄｏｗｎ）を別々に測定すれば、

$$f = \{fu(up) + fd(down)\} / 2 \quad \cdots (5)$$

$$fp = \{fu(up) - fd(down)\} / 2 \quad \cdots (6)$$

として信号を処理して、すなわちこのｆ、ｆｐから目標の距離と速度をそれぞれ別々に求めることができる。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】ところで従来のミリ波レーダ距離速度測定装置では目標が単一の場合には、上述のビート信号の波形が正弦波をなすため、このビート信号をパルスカウントして距離等が数十msec毎に計測されていた。しかしながら従来のミリ波レーダ距離速度測定装置を、例えば自動車に搭載して使用し計測結果を出すのに瞬間、瞬間の実データのみで計算すると移動する目標の数による上記正弦波が歪みや、目標での反射状態により、該ビート信号の計測結果にバラツキが生じて速度及び距離表示が不安定になるという問題がる。

【０００６】したがって本発明は上記課題に鑑みビート信号の計数測定にバラツキを防止して距離及び速度を安定に表示できるミリ波レーダ距離速度測定装置を提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】本発明は前記問題点を解決するために、連続波レーダの送信信号の送信信号に周波数変調を施して適当に繰り返して行い、受信信号と送信信号とのビート信号から距離及び速度を求めるミリ波レーダ距離速度測定装置において、前記ビート信号を高速フーリエ変換器（ＦＦＴ）を用いて周波数分析して前

記周波数変調の周波数の上昇側及び下降側でそれぞれピーク周波数を求める。このピーク周波数分析は変調周期毎に連続的に行われる。今回のピーク周波数が前回のピーク周数波数を中心とする所定幅の範囲にあるときには、該今回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用い、該今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、該前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いる。また、複数の目標に対する上昇側及び下降側でのピーク周波数についても同様に、該今回のピーク周波数が該前回のピーク周数波数を中心とする所定幅の範囲にあるときには、該今回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用い、該今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、該前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いる。さらに、該今回のピーク周波数と該前回のピーク周数波数とを測定する間の速度を一定として、該今回の周波数を予測し、該今回の周波数と該予測値を比較して、該今回のピーク周波数が該前回のピーク周数波数を中心とする該所定幅の範囲にあるときには、該今回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用い、該今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、該前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いる。逆に過去の複数の距離及び速度からそれぞれ線型予測により今回の距離及び速度を求め、この距離及び速度から今回の上昇側及び下降側のピーク周波数を予測するようにしてもよい。

【０００８】

【作用】本発明のミリ波レーダ距離速度測定装置によれば、今回のピーク周波数が前回のピーク周数波数を中心とする所定幅の範囲にあるときには、該今回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用い、該今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、該前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いることにより、ビート信号のＦＦＴの結果がノイズ等の影響でバラツイテも一度目標を捕らえると、それを基準にピーク周波数を対応をとるため安定した距離及び速度を得ることができる。また同一目標を捕らえているという情報も得ることができる。複数の目標に対する上昇側及び下降側でのピーク周波数についても同様にすることにより、ＦＦＴで捕らえられた全てのピーク周波数に対して安定した距離及び速度を導出できる。さらに、該今回のピーク周波数と該前回のピーク周数波数とを測定する間の速度を一定として、該今回の周波数を予測し、該今回の周波数と該予測値を比較するようにしたので、前回のピーク周波数がノイズ等で連続してバラツイテも予測値により安定して、その後にノイズ等がなくなってもその間のピーク周波数を予測しているので今回のピーク周波数を上記所定幅の範囲に捕らえてその後も安定して距離及び速度を提供できる。過去の複数の距離及び速度から今回の上昇側及び下降側のピーク周波数を予測することによって予測精度が向上する。

【０００９】

【実施例】以下本発明の実施例について図面を参照して説明する。図１は本発明の実施例に係るミリ波レーダ距離速度測定装置の全体構成を示す図である。本図に示すミリ波レーダ距離速度測定装置は、三角波変調の連続波信号を送信しこれと目標で反射した受信信号とを混合してビート信号を形成するセンサ１と、サンプリングしたときに該センサ１の信号が折り返しをおこさないように高域信号を除去する低域通過フィルタ２と、該低域通過フィルタ２からのアナログ信号をディジタル信号に変換するＡ／Ｄ（Analog to Digital Converter）変換器３と、該Ａ／Ｄ変換器３からのディジタル信号に変換されたビート信号を周波数分析し、距離及び速度の信号に処理するためにＤＳＰ（Digital Signal Processor）で構成される信号処理部４と、該信号処理部４で得られた距離及び速度データを表示するための制御を行うコントローラ５と、該コントローラ５で制御されたデータを表示する表示部６とを含む。

【００１０】図２は図１のセンサの出力信号の形成を示す図である。本図（ａ）の実線で示すように、センサ１から３角波変調の連続の送信信号が送信され、点線で示すように目標で反射された信号がセンサ１で受信される。さらに本図（ｂ）に示すように、３角波変調の上昇側でビート信号ｆｕと下降側でビート信号ｆｄが図示しない混合器で形成される。なお、本図に用いられている記号、符号は従来技術で説明したものと同様である。

【００１１】図３は図１に示す信号処理部の構成を示す図である。本図に示すように、該信号処理部４は、周波数変調の繰り返し周波数ｆｍに関して単位時間１／ｆｍとした間隔で該Ａ／Ｄ変換器３からのビート信号の周波数をＦＦＴ（高速フーリエ変換器）で分析する周波数分析部４１と、該周波数分析部４１で分析されて求められたビート信号の分析結果である上昇側及び下降側のピーク周波数Ａｕ及びＡｄを記憶する記憶部４２と、該周波数分析部４１からのピーク周波数と該記憶部４２からの前回のピーク周波数を比較する比較部４３と、通常は該周波数分析部４１からの信号を出力し該比較部４３からの制御信号があったときに該記憶部４２からの出力信号を出力するスイッチ部４４とを含む。

【００１２】図４は図３に示す信号処理部による信号処理のフローチャートである。本図に示すように、該周波数分析部４１でピーク周波数が求められ（ステップ１）、該記憶部４２で該ピーク周波数が記憶更新される（ステップ２）。該比較部４３では、該周波数分析部４１からの今回入力したＡｕ（Ｔ）及びＡｄ（Ｔ）と該記憶部４２からの前回入力したＡｕ（Ｔ－１）及びＡｄ（Ｔ－１）とを比較して、下記式が満たされるか否かを判断する。

【００１３】

$$Au(T-1)-\Delta \leqq Au(T) \leqq Au(T-1)+\Delta \quad \cdots (7)$$
$$Ad(T-1)-\Delta \leqq Ad(T) \leqq Ad(T-1)+\Delta \quad \cdots (8)$$

ここでTは上述の単位時間１／ｆｍにより計測される時間である。さらにΔは該単位時間１／ｆｍの間に目標が相対的に移動するとによって変化し得る該Ａｕ（Ｔ）及びＡｄ（Ｔ）の変化量やノイズを考慮して決定され、例えばΔを距離に換算すれば約２ｍに設定してもよい（ステップ３）。これは自動車間の相対速度を例えば１００Ｋｍ／、１／ｆｍ＝５０ｍｓｅｃとしてこの間に目標が移動する距離が約１．４ｍに相当することに対応する。上記式が満たされれば、後段に今回入力したＡｕ（Ｔ）、Ａｄ（Ｔ）が送出される（ステップ４）。逆に上記式が満たされなければ、今回入力したＡｕ（Ｔ）、Ａｄ（Ｔ）に代わって前回入力したＡｕ（Ｔ－１）、Ａｄ（Ｔ－１）が該スイッチ部４４によって後段に送出される（ステップ５）。この場合には、該記憶部４２では該Ａｕ（Ｔ）、Ａｄ（Ｔ）に代わってＡｕ（Ｔ－１）、Ａｄ（Ｔ－１）が記憶されつぎの比較の基準になる。

【００１４】図５は図４のフローチャートで処理される信号の状態を示す図である。本図は上記信号処理を理解し易くするため上昇側についてのみ説明するものであり、本図を参照しながら要約すれば、前回の信号と比較して今回の信号が所定幅にあれば、今回の信号が正しいと判断これを用いるが今回の信号が所定幅になければノ＊イズの影響を受けているとして除外する。したがって、目標が一度捕らえられると、それを基準に周波数のピークの対応をとるため結果を安定して捕らえることができかつ同じ目標をとらえているという情報をも得ることができる。

【００１５】以上の説明では目標が単一の場合を対象としたが、目標が複数の場合であっても適用できる。以下にその説明を行う。ｔ＝Ｔのとき目標Ａ、Ｂがとらえられ、そのピーク周波数を（Ａｕ、Ａｄ）、（Ｂｕ、Ｂｄ）であったとする。図６は複数の目標の場合に処理される信号の状態を示す図である。本図では上昇側のピーク周波数について示し、ｔ＝Ｔ＋１でのピーク周波数ａ１、ｂ１が得られ、Ａｕ（Ｔ）－Δ≦ａ１≦ Ａｕ（Ｔ）＋Δを満たすのでピーク周波数ａ１は目標Ａに対応する。同様に、ｂ１も目標Ｂに対応する。以下ｔ＝Ｔ＋２、Ｔ＋３のとき、ａ２は目標Ａ、ｃ２は目標Ｂ、ａ３は目標Ａ、ｃ３は目標Ｂに対応する。下降側についても同様の処理を行い、目標Ａに対応するものが順にｘ１、ｘ２、ｙ３、目標Ｂに対応するものがｙ１、ｚ２、ｚ３であったとすると下記のようになる。

【００１６】

ｔ：	Ｔ	Ｔ＋１	Ｔ＋２	Ｔ＋３
目標Ａ：	（Ａｕ、Ａｄ）	（ａ１、ｘ１）	（ａ２、ｘ２）	（ａ３、ｙ３）
目標Ｂ：	（Ｂｕ、Ｂｄ）	（ｂ１、ｙ１）	（ｃ２、ｚ２）	（ｃ３、ｚ３）

上式（５）、（６）により、それぞれの組み合わせでｆ、ｆｐを求め、これより距離、速度が安定して得られる。図６において上昇側にあるｂ１、ｂ２は目標Ａ、Ｂにも属さず、新たな目標とも解されるが、下降側に対応するピーク周波数がないのでノイズと判断される。かくして従来では測定された複数のピーク周波数がある場合にはどの目標に属するか否か判断が困難であったが本実施例により同一目標に対するものであることが安定して認識できるようになった。

【００１７】以上の説明では今回のピーク周波数と前回※のピーク周波数とを直接比較したが、今回のピーク周波数が連続してノイズによると判断され、前回のピーク周波数が更新されないため、次に今回のピーク周波数がノイズによるものではなく真のものでも上記Δの範囲に入らなくなる虞がある。したがって前回のピーク周波数から下記のように今回のピーク周波数を予測して、該予測値と今回のピーク周波数とを比較する。

【００１８】上記式（５）、（６）より、直接距離、速度を求めると下記のようになる。

$$R=(c/(4\cdot\Delta f))\cdot\underline{(N/fs)\cdot(fu+fd)} \quad \cdots (9)$$
$$V=(c\cdot fs)/(4\cdot f0\cdot N)\cdot\underline{(N/fs)\cdot(fu-fd)} \quad \cdots (10)$$

なお下線部分はＦＦＴ周波数分解能で正規化される。

【００１９】したがって距離Ｒ、速度Ｖは下記のように省略されて表せる。

$$R=a\cdot(fu+fd) \quad \cdots (11)$$

★

$$V=b\cdot(fu-fd) \quad \cdots (12)$$

ここでａ、ｂは（９）、（１０）式から得られる定数である。

$$a=(c/(4\cdot\Delta f))\cdot(N/fs) \quad \cdots (13)$$
$$b=(c\cdot fs)/(4\cdot f0\cdot N)\ (N/fs) \cdots (14)$$

そこで速度Ｖを一定として、前回から今回までの測定時間をΔｔとすると距離Ｒ０は下記式で表せる。

【００２０】$R0=V\cdot\Delta t+R \quad \cdots (15)$

よって今回得られる上昇側及び下降側のピーク周波数をそれぞれｆｕ１及びｆｄ１とすると、Ｒ０、Ｖは下記式になる。

$$R0=a\cdot(fu1+fd1) \quad \cdots (16)$$
$$V=b\cdot(fu1-fd1) \quad \cdots (17)$$

これより、

$$(fu1+fd1)=R0/a \quad \cdots(18)$$

$$(fu1-fd1)=V/b \quad \cdots(19)$$

ここで、

$$R0=a\cdot(fu+fd)+\Delta t\cdot b\cdot(fu-fd) \cdots(20)$$

したがって、（１８）、（１９）式より、

$$\begin{aligned} fu1 &= 1/2\cdot(R0/a-V/b) \\ &= 1/2\cdot(fu+fd+(b/a)\cdot\Delta t\cdot(fu-fd) \\ &\quad -(fu-fd)) \\ &= fu+(b/2a)\cdot\Delta t\cdot(fu-fd) \quad \cdots(21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} fd1 &= 1/2\cdot(R0/a+V/b) \\ &= 1/2\cdot(fu+fd+(b/a)\cdot\Delta t\cdot(fu-fd) \\ &\quad +(fu-fd)) \\ &= fd+(b/2a)\cdot\Delta t\cdot(fu-fd) \quad \cdots(22) \end{aligned}$$

この予測値ｆｕ１及びｆｄ１を図３の例えば比較部４３で演算させて、これを前回のピーク周波数として今回のピーク周波数と比較するようにしてもよい。かくして目標に対するピーク周波数の測定の安定性が増加する。

【００２１】次に予測値ｆｕ１及びｆｄ１の精度を向上する手段について説明する。ビート信号のＦＦＴの結果ではノイズ等の影響でバラツキがあり一方実際得られるべき結果についてその変化が小さいものである。したがって、過去のデータ又は結果を数ブロック分フィルタ処理してその結果のデータを組み合わせて計測の安定を図る手段について以下に説明する。

【００２２】図７は（１１）及び（１２）式から得られた速度信号Ｖから予測速度信号Ｖ０を推定する回路を示す。本図（ａ）に示す回路は、ＦＩＲフィルタで構成され、例として単位時間１／ｆｍだけ信号をそれぞれ遅延するために直列接続する４つの遅延器と、各該遅延器の出力に接続され、各計数１／４を有する乗算器と、各該乗算器の出力を加算する加算器からなり、これによって本図（ｂ）に示すように、過去の時間Ｔ－４、Ｔ－３、Ｔ－２及びＴ－１の速度信号からＴにおける速度信号Ｖ０を予測できる。

【００２３】図８は（１１）及び（１２）式から得られた距離信号Ｒ０から予測距離信号Ｒ００を推定する回路を示す。本図（ａ）に示す回路は、ＦＩＲフィルタで構成され、例として単位時間１／ｆｍだけ信号をそれぞれ遅延するために直列接続する４つの遅延器と、入力側から第一段の遅延器の出力及び最終段の遅延器の出力に接続され、各計数－１／３及び４／３を有する乗算器と、各該乗算器の出力を加算する加算器とからなり、これによって本図（ｂ）に示すように、過去の距離信号によるデータが短時間では直線性を有するものとして、過去の時間Ｔ－４、Ｔ－３、Ｔ－２及びＴ－１の速度信号からＴにおける距離信号Ｒ００を予測できる。こようにして得られた速度信号Ｖ０及び距離信号Ｒ００について（１６）及び（１７）からｆｕ１及びｆｄ１を求めることにより、さらに予測値の精度が向上することになる。

【００２４】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、今回のピーク周波数が前回のピーク周数波数を中心とする所定幅の範囲にあるときには、該今回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用い、該今回のピーク周波数が上記所定幅の範囲にないときには、該前回のピーク周波数を距離及び速度を導出するために用いるようにしたので、安定した距離及び速度を得ることができる。また複数の目標に対する上昇側及び下降側でのピーク周波数についても同様にし各目標にたいしても同様の効果がえられる。さらに、該今回のピーク周波数と該前回のピーク周数波数とを測定する間の速度を一定として、該今回の周波数を予測し、該今回の周波数と該予測値を比較するようにして前記と同様に距離及び速度を得るようにしたので、安定度が増加する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施例に係るミリ波レーダ距離速度測定装置の全体構成を示す図である。

【図２】図１のセンサの出力信号の形成を示す図である。

【図３】図１に示す信号処理部の構成を示す図である。

【図４】図３に示す信号処理部による信号処理のフローチャートである。

【図５】図４のフローチャートで処理される信号の状態を示す図である。

【図６】複数の目標の場合に処理される信号の状態を示す図である。

【図７】（１８）及び（１９）式に用いられている速度信号Ｖを求める回路を示す。

【図８】（１８）及び（１９）式に用いられている距離信号Ｒ０を求める回路を示す。

【符号の説明】

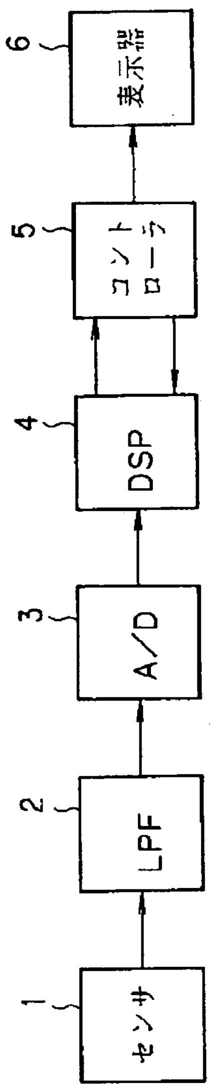
１…センサ
２…低域通過フィルタ
３…Ａ／Ｄ変換器
４…信号処理部
５…コントローラ
６…表示器
４１…周波数分析部
４２…記憶部

4 3…比較部

4 4…スイッチ部

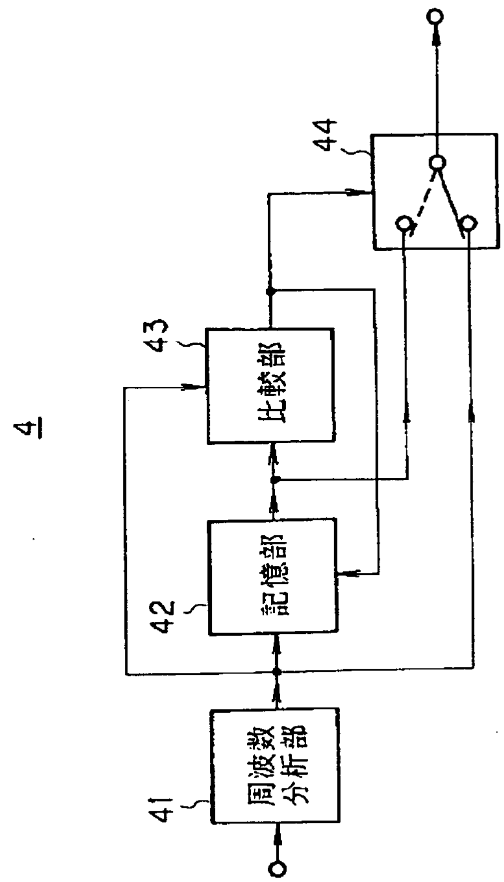
【図1】

本発明の実施例に係るミリ波レーダ距離速度測定装置の全体構成を示す図



【図3】

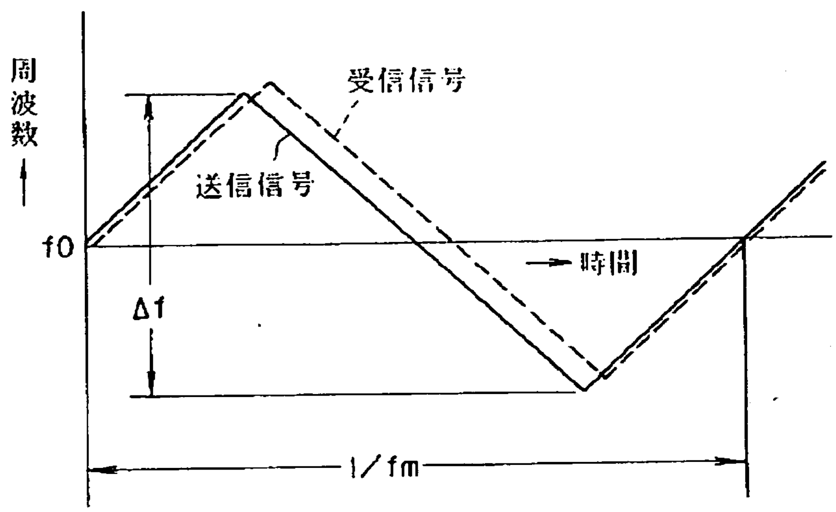
図1に示す信号処理部の構成を示す図



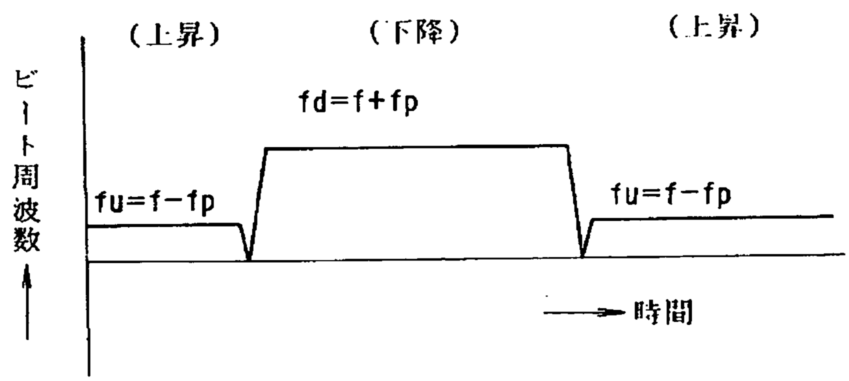
【図２】

図１のセンサの出力信号の形成を示す図

（ａ）

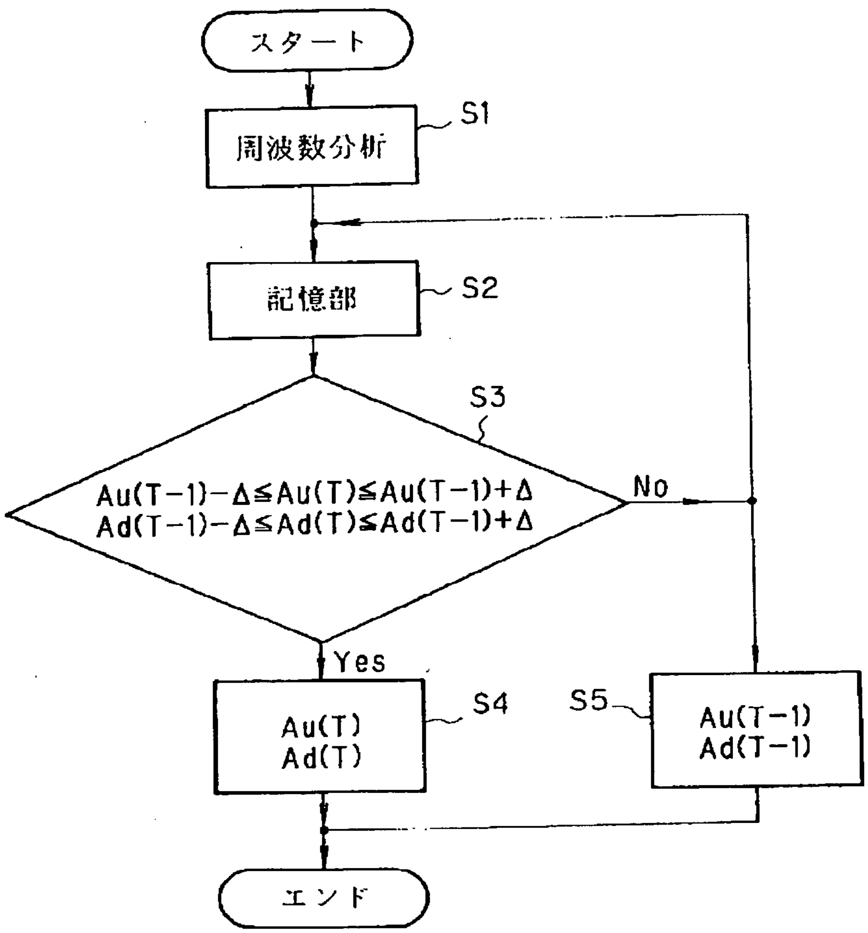


（ｂ）



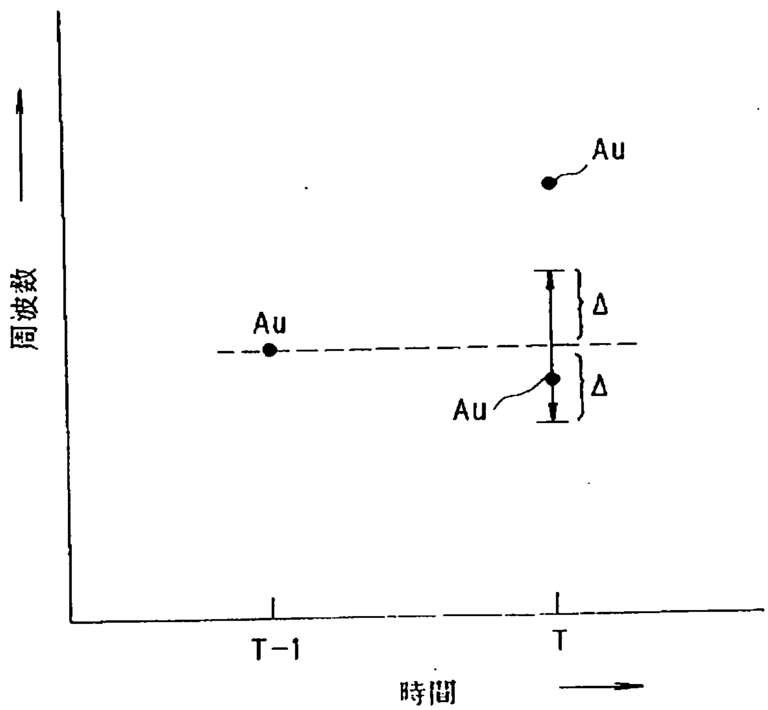
【図4】

図3に示す信号処理部による信号処理のフローチャート



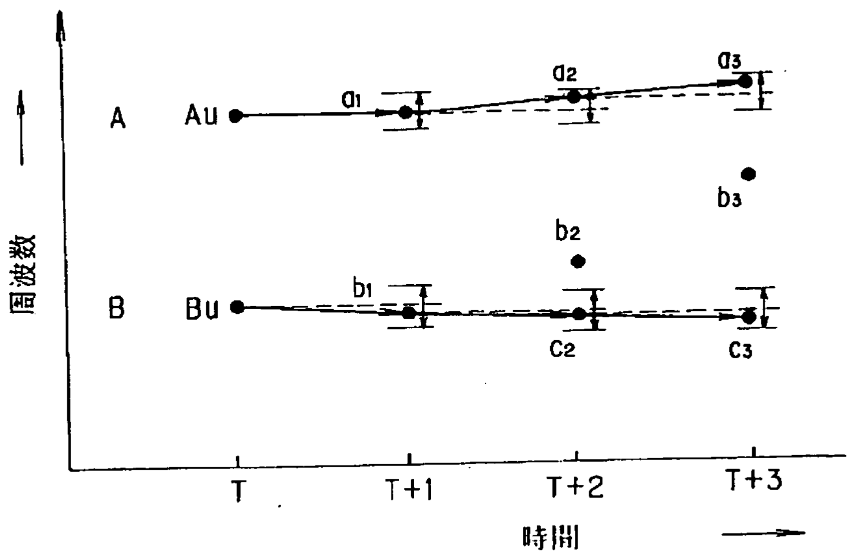
【図5】

図4のフローチャートで処理される信号の状態を示す図



【図６】

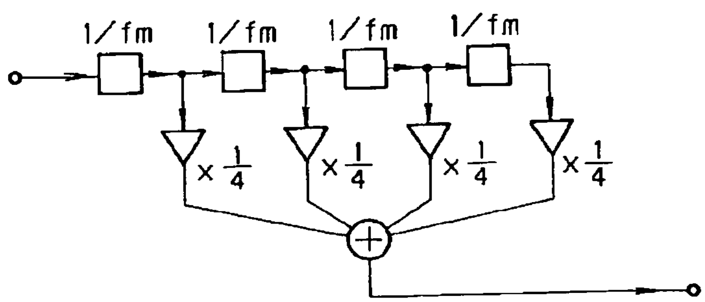
複数の目標の場合に処理される信号の状態を示す図



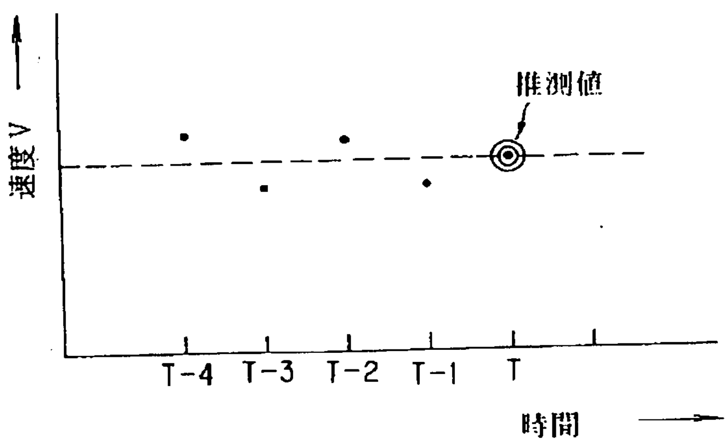
【図７】

(11)及び(12)式から得られた速度信号Ｖから
予測速度ＶＯを推定する回路

（ａ）



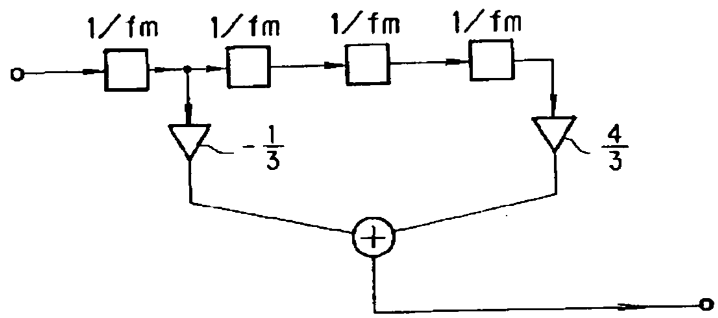
（ｂ）



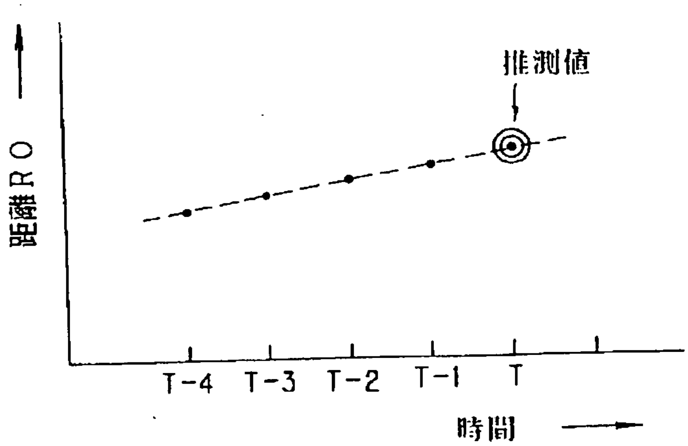
【図８】

(11)及び(12)式から得られた距離信号ＲＯから
予測信号ＲＯＯを推定する回路

(a)



(b)



* NOTICES *
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

Bibliography

---

(19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
(11) [Publication No.] JP,5-142338,A
(43) [Date of Publication] June 8, Heisei 5 (1993)
(54) [Title of the Invention] Millimeter wave radar distance rate measuring device
(51) [The 5th edition of International Patent Classification]
G01S 13/34 8940-5J
[Request for Examination] Un-asking.
[The number of claims] 4
[Number of Pages] 12
(21) [Application number] Japanese Patent Application No. 3-310763
(22) [Filing date] November 26, Heisei 3 (1991)
(71) [Applicant]
[Identification Number] 000237592
[Name] FUJITSU ten incorporated company
[Address] 1-2-28, Gosho-dori, Hyogo-ku, Kobe-shi, Hyogo-ken
(72) [Inventor(s)]
[Name] Kamimura Masatsugu
[Address] 1-2-28, Gosho-dori, Hyogo-ku, Kobe-shi, Hyogo-ken Inside of FUJITSU ten incorporated company
(72) [Inventor(s)]
[Name] Island Nobukazu
[Address] 1-2-28, Gosho-dori, Hyogo-ku, Kobe-shi, Hyogo-ken Inside of FUJITSU ten incorporated company
(72) [Inventor(s)]
[Name] Yasuki ****
[Address] 1-2-28, Gosho-dori, Hyogo-ku, Kobe-shi, Hyogo-ken Inside of FUJITSU ten incorporated company
(74) [Attorney]

[Patent Attorney]
[Name] Aoki ** (besides four persons)

[Translation done.]

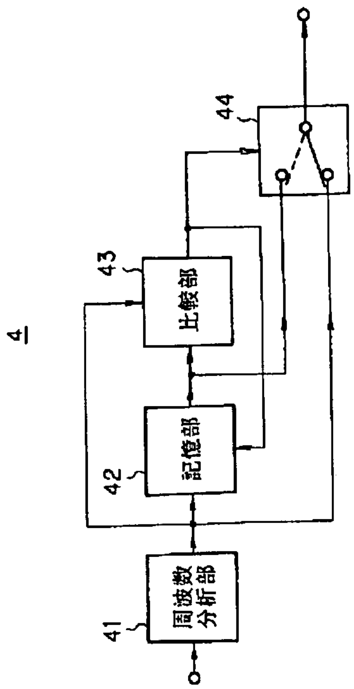
Epitome

---

(57) [Abstract]
[Objects of the Invention] This invention performs frequency modulation to the sending signal of a continuous wave radar, and faces it receiving the reflective signal from a target to coincidence, and measuring distance and a rate, and, for variation and this reason, the peak frequency of the beat signal measured by the noise etc. carries out the purpose for distance and a rate preventing becoming unstable. In this invention, the signal processor especially to two or more targets is mentioned.
[Elements of the Invention] In a millimeter wave radar distance rate measuring device, carry out frequency analysis of the beat signal, and are a rise [of the frequency of frequency modulation], and descent side, and it asks for a peak frequency, respectively. When this peak frequency is in the range of the predetermined width of face centering on the last number wave number of peak peripheries and this peak frequency cannot be found [frequency / this / peak] in the range of the above-mentioned predetermined width of face in distance and a rate, the last peak frequency is used in order to derive distance and a rate. About the peak frequency by the side of the rise over two or more targets, and descent, it asks similarly. This frequency is predicted seting a rate while measuring as constant, and this is used as last peak frequency.

[Translation done.]

図1に示す信号処理部の構成を示す図



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the millimeter wave radar distance rate measuring device which performs frequency modulation to the sending signal of the sending signal of a continuous wave radar, carries out repeatedly suitably, and

finds distance and a rate from the beat signal of an input signal and a sending signal Carry out frequency analysis of said beat signal, and are a rise [of the frequency of said frequency modulation], and descent side, and it asks for a peak frequency, respectively. When this peak frequency is in the range of the predetermined width of face centering on the last peak frequency The millimeter wave radar distance rate measuring device characterized by using this last peak frequency in order to derive distance and a rate when this peak frequency is used in order to derive distance and a rate, and this peak frequency cannot be found in the range of the above-mentioned predetermined width of face.

[Claim 2] When this peak frequency is in the range of the predetermined width of face centering on this last number wave number of peak peripheries about the peak frequency by the side of the rise over two or more targets, and descent The millimeter wave radar distance rate measuring device according to claim 1 which uses this last peak frequency in order to derive distance and a rate when this peak frequency is used in order to derive distance and a rate, and this peak frequency cannot be found in the range of the above-mentioned predetermined width of face.

[Claim 3] A rate while measuring this peak frequency and this last number wave number of peak peripheries is set constant. When this frequency is predicted, this frequency is compared with this forecast and this peak frequency is in the range of this predetermined width of face centering on this last number wave number of peak peripheries The millimeter wave radar distance rate measuring device according to claim 1 which uses this last peak frequency in order to derive distance and a rate when this peak frequency is used in order to derive distance and a rate, and this peak frequency cannot be found in the range of the above-mentioned predetermined width of face.

[Claim 4] The millimeter wave radar distance rate measuring device according to claim 3 which finds this distance and rate by line type prediction, respectively from two or more past distance and rates which were obtained from the beat signal of an input signal and a sending signal, and guesses the prediction peak frequency by the side of this rise and descent from this distance and rate.

[Translation done.]

* NOTICES *

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Industrial Application] This invention relates to the millimeter wave radar distance rate measuring device for performing frequency modulation to the sending signal of a continuous wave radar, receiving the reflective signal from a target to coincidence, and measuring distance and a rate. For variation and this reason, the peak frequency of the beat signal measured [especially] by the noise etc. by this invention carries out the purpose for distance and a rate preventing becoming unstable.
[0002]
[Description of the Prior Art] As a technique about the millimeter wave radar distance rate measuring device of such [conventionally] a field, there were some which were indicated by the "radar technique" (corporation: Institute of Electronics, Information and Communication Engineers). When frequency modulation is performed to the sending signal of the sending signal of a continuous wave radar, it carries out repeatedly suitably and an input signal and a beat are taken, beat frequency f is f=4 R-fm-delta f/c. -- (1)
It can express by carrying out. In the distance to a target, and fm, the repeat frequency of frequency modulation and deltaf express frequency deviation width of face, and, as for R, c expresses the velocity of light here. Therefore, if beat frequency f is obtained, the distance to a target will be found.
[0003] Next, the Doppler frequency fp is overlapped on the beat signal frequency f in the case of the target which fixed the beat signal frequency f by the relation between a sending signal and an input signal according to the Doppler effect when the target was moving, the direction changes a rise (up) or descent (down) by turns for every modulation cycle, and they are fp=2 and f0.V/c about the Doppler frequency fp. -- (2)

When f0 expresses with transmitted center frequency the point size of f0=N/fs and N:FFT (fast-Fourier-transform machine), fs:sampling frequency, and relative velocity with V:target and is **(ed) with it here, a beat signal's rise side and descent can express the frequency of ** as follows to a target.

[0004] fu(up) =f-fp -- (3)

fd(down) =f+fp -- (4)

Therefore, it is if fu (up) and fd (down) are separately measured for every half cycle of a modulation. f= {fu(up)+fd (down)}/2 -- (5)

fp= {fu(up)-fd (down)}/2 -- (6)

It can carry out, and a signal can be processed, namely, a target distance and a target rate can be separately found from this f and fp, respectively.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the conventional millimeter wave radar distance rate measuring device, when a target was single, in order that the wave of an above-mentioned beat signal might make a sine wave, pulse count of this beat signal was carried out, and distance etc. was measured every dozens msec(s). However, the problem that variation arises [the above-mentioned sine wave by the number of the targets which will move if it calculates only by the live data of a moment and a moment although it is used carrying the conventional millimeter wave radar distance rate measuring device in an automobile and a measurement result is taken out] in the measurement result of this beat signal according to distortion and the reflective condition in a target, and a rate and a distance display become unstable is **.

[0006] therefore, this invention -- the above-mentioned technical problem -- taking an example -- counting of a beat signal -- it aims at offering the millimeter wave radar distance rate measuring device which prevents variation to measurement and can display distance and a rate on stability.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve said trouble, this invention performs frequency modulation to the sending signal of the sending signal of a continuous wave radar, performs it repeatedly suitably, carries out frequency analysis of said beat signal using a fast-Fourier-transform machine (FFT) in the millimeter wave radar distance rate measuring device which finds distance and a rate from the beat signal of an input signal and a sending signal, is a rise [of the frequency of said frequency modulation], and descent side, and asks for

a peak frequency, respectively. This peak frequency analysis is continuously performed for every modulation period. When this peak frequency is used in order to derive distance and a rate when this peak frequency is in the range of the predetermined width of face centering on the last number wave number of peak peripheries, and this peak frequency cannot be found in the range of the above-mentioned predetermined width of face, this last peak frequency is used in order to derive distance and a rate. moreover, when this peak frequency is in the range of the predetermined width of face centering on this last number wave number of peak peripheries similarly about the peak frequency by the side of the rise over two or more targets, and descent When this peak frequency is used in order to derive distance and a rate, and this peak frequency cannot be found in the range of the above-mentioned predetermined width of face, this last peak frequency is used in order to derive distance and a rate. Furthermore, a rate while measuring this peak frequency and this last number wave number of peak peripheries is set constant. When this frequency is predicted, this frequency is compared with this forecast and this peak frequency is in the range of this predetermined width of face centering on this last number wave number of peak peripheries When this peak frequency is used in order to derive distance and a rate, and this peak frequency cannot be found in the range of the above-mentioned predetermined width of face, this last peak frequency is used in order to derive distance and a rate. Conversely, this distance and rate are found by line type prediction from two or more past distance and rates, respectively, and you may make it predict the peak frequency by the side of this rise and descent from this distance and rate.

[0008]

[Function] When this peak frequency is in the range of the predetermined width of face centering on the last number wave number of peak peripheries according to the millimeter wave radar distance rate measuring device of this invention When this peak frequency is used in order to derive distance and a rate, and this peak frequency cannot be found in the range of the above-mentioned predetermined width of face Once the result of FFT of a beat signal catches a target also for rose TSUITE under the effect of a noise etc. by using this last peak frequency in order to derive distance and a rate, the distance and the rate which were stabilized in order to take correspondence for a peak frequency on the basis of it can be obtained. Moreover, the information that the same target is caught can also be acquired. By making it the same also about the peak frequency by the side of the rise over two or

more targets, and descent, the distance and the rate which were stabilized to all the peak frequencies caught by FFT can be derived. Furthermore, since this frequency is predicted seting a rate while measuring this peak frequency and this last number wave number of peak peripheries as constant and it was made to compare this frequency with this forecast Since the peak frequency in the meantime is predicted even if the last peak frequency is continuously stabilized by rose TSUITE with a forecast in a noise etc. and a noise etc. is lost after that, this peak frequency is caught in the range of the above-mentioned predetermined width of face, also after that, it is stabilized, and distance and a rate can be offered. Predictability improves by predicting the peak frequency by the side of this rise and descent from two or more past distance and rates.

[0009]

[Example] The example of this invention is explained with reference to a drawing below. Drawing 1 is drawing showing the whole millimeter wave radar distance rate measuring device configuration concerning the example of this invention. The millimeter wave radar distance rate measuring device shown in this Fig. The sensor 1 which transmits the continuous wave signal of a triangular wave modulation, mixes this and the input signal reflected by the target, and forms a beat signal, The low pass filter 2 from which a high region signal is removed so that the signal of this sensor 1 may not start a clinch when it samples, The A/D (Analog to Digital Converter) converter 3 which changes the analog signal from this low pass filter 2 into a digital signal, It is DSP (Digital Signal Processor) in order to carry out frequency analysis of the beat signal changed into the digital signal from this A/D converter 3 and to process to the signal of distance and a rate. The signal-processing section 4 constituted, The controller 5 which performs control for displaying the distance and rate data which were obtained in this signal-processing section 4, and the display 6 which displays the data controlled by this controller 5 are included.

[0010] Drawing 2 is drawing showing formation of the output signal of the sensor of drawing 1 . As the continuous line of this Fig. (a) shows, the sending signal of continuation of a triangular wave modulation is transmitted from a sensor 1, and the signal reflected by the target as a dotted line showed is received by the sensor 1. As furthermore shown in this Fig. (b), it is formed with the mixer which is the rise side of a triangular wave modulation, and is a beat signal fu and descent side, and the beat signal fd does not illustrate. In addition, the notation used for this Fig. and the sign are the same as that of what was

explained with the conventional technique.
[0011] Drawing 3 is drawing showing the configuration of the signal-processing section shown in drawing 1 . The frequency-analysis section 41 which analyzes the frequency of the beat signal from this A/D converter 3 by FFT (fast-Fourier-transform machine) at spacing which this signal-processing section 4 set to the unit time amount 1/fm about the repeat frequency fm of frequency modulation as shown in this Fig., The storage section 42 which memorizes the peak frequencies Au and Ad by the side of the rise which it is as a result of [of the beat signal which was analyzed in this frequency-analysis section 41, and was searched for] analysis, and descent, The comparator 43 which compares the peak frequency from this frequency-analysis section 41 with the last peak frequency of this storage section 42, and the switch section 44 which outputs the output signal from this storage section 42 when the signal from this frequency-analysis section 41 is usually outputted and there is a control signal from this comparator 43 are included.
[0012] Drawing 4 is the flow chart of signal processing by the signal-processing section shown in drawing 3 . As shown in this Fig., a peak frequency is called for in this frequency-analysis section 41 (step 1), and renewal of storage of this peak frequency is carried out in this storage section 42 (step 2). It judges whether Au (T) inputted this time from this frequency-analysis section 41 and Ad (T) are compared with Au (T-1) and Ad (T-1) which were inputted last time from this storage section 42, and the following type is filled with this comparator 43.
[0013]
Au(T-1)-delta<=Au (T) <= Au(T-1) +delta -- (7)
Ad(T-1)-delta<=Ad (T) <= Ad(T-1) +delta -- (8)
T is time amount measured by the above-mentioned unit time amount 1/fm here. Furthermore, as long as delta is determined in consideration of this variation of Au (T) and Ad (T) and the noise which may change "Be alike if a target moves relatively between this unit time amount 1/fm", for example, converts delta into distance, it may be set as about 2m (step 3). This responds to the distance to which a target moves the relative velocity between automobiles as 100km/and 1-/fm=50msec in the meantime being equivalent to about 1.4m. If the above-mentioned formula is filled, Au (T) inputted into the latter part this time and Ad (T) will be sent out (step 4). Conversely, if the above-mentioned formula is not filled, Au (T) inputted this time, Au (T-1) inputted last time instead of Ad (T), and Ad (T-1) are sent out to the latter part by this switch section 44 (step 5). In this case, in this storage section 42, instead of this Au (T) and Ad (T), Au (T-1) and Ad (T-1) are memorized,

and it becomes the criteria of the next comparison.

[0014] Drawing 5 is drawing showing the condition of the signal processed with the flow chart of drawing 4 . if it summarizes explaining only a rise side and referring to this Fig., in order to make the above-mentioned signal processing easy to understand and this Fig. has this signal in predetermined width of face as compared with the last signal -- this signal -- the right and decision -- it excepts noting that it is influenced of the noise, if this signal cannot be found in predetermined width of face, although this is used. Therefore, once a target is caught, since correspondence of the peak of a frequency is taken on the basis of it, it is stabilized, and a result can be caught and the information that the same target is caught can also be acquired.

[0015] Although aimed at the case where a target is single, in the above explanation, it is applicable even if it is the case where a target is plurality. The explanation is given to below. Targets A and B are caught at the time of t=T, and suppose that they were the peak frequency (Au, Ad), and (Bu, Bd). Drawing 6 is drawing showing the condition of the signal which is processed in the case of two or more targets. This Fig. shows the peak frequency by the side of a rise, the peak frequencies a1 and b1 in t=T +1 are obtained, and it is Au (T). - Delta<=a1<= Since Au(T)+delta is filled, the peak frequency a1 corresponds to Target A. Similarly, b1 corresponds to Target B. Targets A and c3 are [a2 / targets A and c2] equivalent to Target B at t=T +2 and the time of T+3 for targets B and a3 below. Processing with the same said of a descent side is performed, and in order, supposing the things corresponding to x1, x2, y3, and Target B in the thing corresponding to Target A are y1, z2, and z3, it is as follows.

[0016]

t : T T+1 T+2 T+3 Target A : (Au, Ad) (a1, x1) (a2, x2) (a3, y3)
Target B : (Bu, Bd) (b1, y1) (c2, z2) (c3, z3)

By the upper type (5) and (6), f and fp are calculated in each combination, distance and a rate are stabilized from this, and it is obtained. Although b1 and b2 which are in a rise side in drawing 6 do not belong to Targets A and B, either but they are understood also as a new target, since there is no peak frequency corresponding to a descent side, it is judged as a noise. In this way, by the former, although decision was difficult in to which target it belongs when there were two or more measured peak frequencies, it is stabilized by this example that it is a thing to the same target, and it could recognize.

[0017] Although the above explanation compared this peak frequency and the last peak frequency directly, since this peak frequency is judged to

be continuously based on a noise and the last peak frequency is not updated, there is a possibility that this peak frequency next may not be based on a noise, and a true thing may also stop also going into the range of Above delta. Therefore, this peak frequency is predicted as follows from the last peak frequency, and this forecast is compared with this peak frequency.

[0018] From the above-mentioned formula (5) and (6), when direct distance and a rate are found, it is as follows.

R= (c/(4anddeltaf)), (N/fs), and (fu+fd) -- (9)

V=(c-fs)/(4, f0, and N), (N/fs), and (fu-fd) -- (10)

In addition, an underline part is normalized by FFT frequency resolution.

[0019] Therefore, distance R and a rate V are omitted as follows, and can be expressed.

R=a- (fu+fd) -- (11)

V=b- (fu-fd) -- (12)

a and b are constants obtained from (9) and (10) types here.

a= (c/(4anddeltaf)) and (N/fs) -- (13)

b=(c-fs)/(4, f0, and N) (N/fs) -- (14)

Then, when the measuring time from last time to this time is set to deltat, seting a rate V as constant, distance R0 can be expressed with the following formula.

[0020] R0= V-delta t+R -- (15)

Therefore, if the peak frequency by the side of the rise acquired this time and descent is set to fu1 and fd1, respectively, R0 and V will become the following formula.

R0=a- (fu1+fd1) -- (16)

V=b- (fu1-fd1) -- (17)

This = (fu1+fd1) R0/a -- (18)

(fu1-fd1) =V/b -- (19)

It is here. R0=a-(fu+fd)+deltat-b and (fu-fd) -- (20)

Therefore, (18) and (19) types fu1=1/2- (R0-/a-V/b)

= 1/2- (fu+fd+(b/a) -deltat- (fu-fd))

-(fu-fd))

= fu+(b/2a) -deltat- (fu-fd) -- (21) fd1=1/2- (R0-/a+V/b)

= 1/2- (fu+fd+(b/a) -deltat- (fu-fd))

+(fu-fd))

= fd+(b/2a) -deltat- (fu-fd) -- (22) These forecasts fu1 and fd1 are made to calculate by the comparator 43 of drawing 3 , and you may make it compare this with this peak frequency as last peak frequency. The stability of measurement of the peak frequency to a target increases in this way.

[0021] Next, a means to improve the precision of forecasts fu1 and fd1 is explained. The change is small about the result which there is variation and should actually be obtained on the other hand under the effect of a noise etc. in the result of FFT of a beat signal. Therefore, a means to carry out filtering of the past data or the result by several blocks, and to aim at stability of measurement combining the data of the result is explained below.

[0022] Drawing 7 shows the circuit which presumes the prediction speed signal V0 from the speed signal V acquired from (11) and (12) types. Four delay machines which carry out series connection since the circuit shown in this Fig. (a) consists of FIR filters and only the unit time amount 1/fm is delayed in a signal as an example, respectively, it connects with the output of each ******** -- having -- every -- a total -- several -- it consists of a multiplier which has one fourth, and an adder adding the output of each ********, and as this shows to this Fig. (b), the speed signal V0 in T can be predicted from the speed signal of the past time amount T-4, T-3, T-2, and T-1.

[0023] Drawing 8 shows the circuit which presumes the prediction distance signal R00 from the distance signal R0 acquired from (11) and (12) types. Four delay machines which carry out series connection since the circuit shown in this Fig. (a) consists of FIR filters and only the unit time amount 1/fm is delayed in a signal as an example, respectively, it connects with the output of the delay machine of a first stage, and the output of the delay machine of the last stage from an input side -- having -- every -- a total -- several, as it consists of a multiplier which has -1/3 and 4/3, and an adder adding the output of each ******** and this shows to this Fig. (b) As what has linearity, the data based on the past distance signal can predict the distance signal R00 in T in a short time from the speed signal of the past time amount T-4, T-3, T-2, and T-1. By calculating (16) and (17) to fu1 and fd1 about the speed signal V0 and the distance signal R00 which were acquired by carrying out for coming, the precision of a forecast will improve further.

[0024]

[Effect of the Invention] As explained above, when this peak frequency is in the range of the predetermined width of face centering on the last number wave number of peak peripheries according to this invention Since this last peak frequency was used in order to derive distance and a rate when this peak frequency was used in order to derive distance and a rate, and this peak frequency could not be found in the range of the above-mentioned predetermined width of face, a stable distance and the stable rate can be obtained. Moreover, the same effectiveness is similarly

acquired to each target also about the peak frequency by the side of the rise over two or more targets, and descent. Furthermore, since distance and a rate were obtained like the above as this frequency was predicted seting a rate while measuring this peak frequency and this last number wave number of peak peripheries as constant and this frequency was compared with this forecast, stability increases.

[Translation done.]

DESCRIPTION OF DRAWINGS

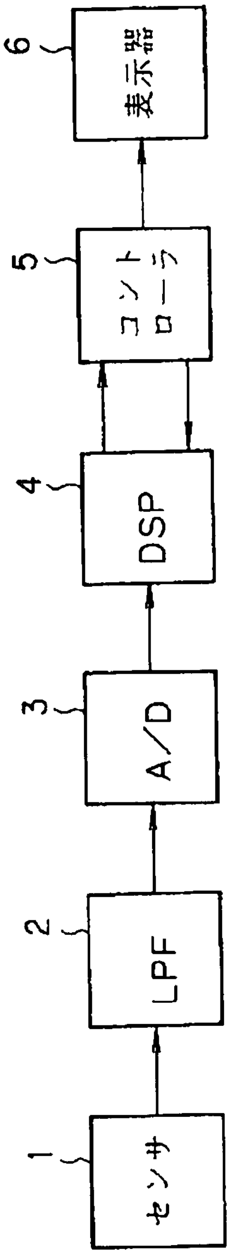
[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1] It is drawing showing the whole millimeter wave radar distance rate measuring device configuration concerning the example of this invention.
[Drawing 2] It is drawing showing formation of the output signal of the sensor of drawing 1 .
[Drawing 3] It is drawing showing the configuration of the signal-processing section shown in drawing 1 .
[Drawing 4] It is the flow chart of signal processing by the signal-processing section shown in drawing 3 .
[Drawing 5] It is drawing showing the condition of the signal processed with the flow chart of drawing 4 .
[Drawing 6] It is drawing showing the condition of the signal which is processed in the case of two or more targets.
[Drawing 7] (18) And the circuit which searches for the speed signal V used for (19) types is shown.
[Drawing 8] (18) And the circuit which searches for the distance signal R0 used for (19) types is shown.
[Description of Notations]
1 -- Sensor

2 -- Low pass filter
3 -- A/D converter
4 -- Signal-processing section
5 -- Controller
6 -- Drop
41 -- Frequency-analysis section
42 -- Storage section
43 -- Comparator
44 -- Switch section

[Translation done.]

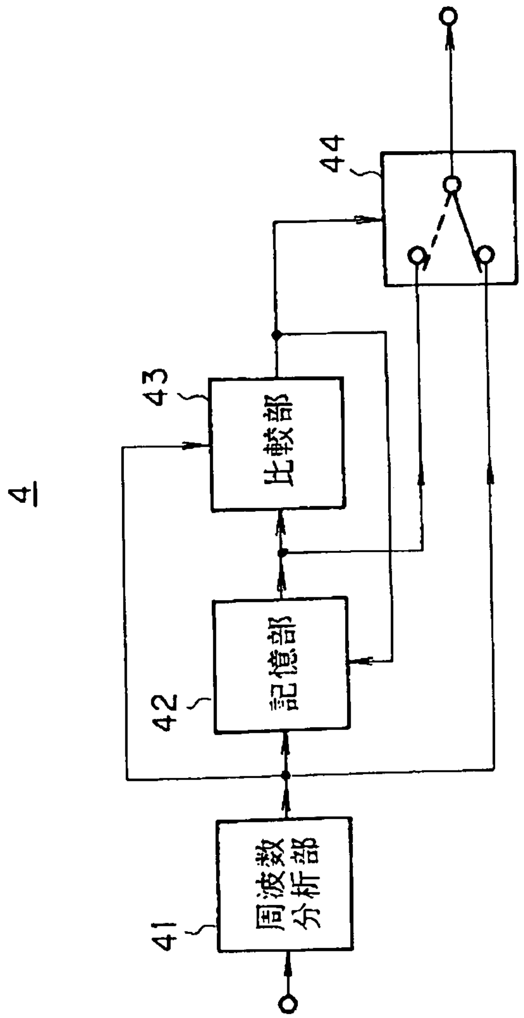
DRAWINGS

[Drawing 1]
本発明の実施例に係るミリ波レーダ距離速度
測定装置の全体構成を示す図



[Drawing 3]

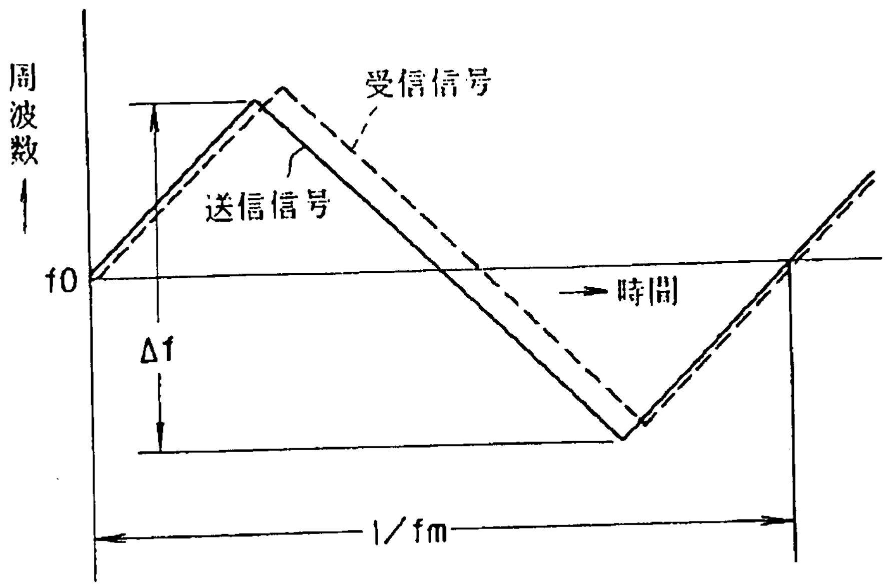
図1に示す信号処理部の構成を示す図



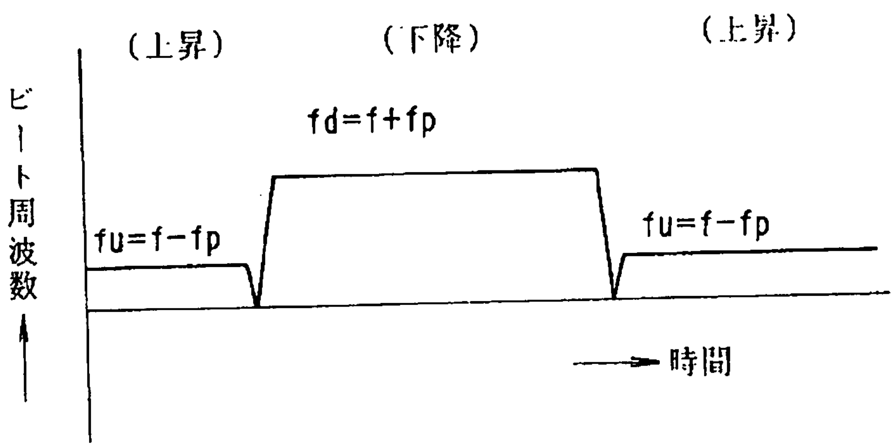
[Drawing 2]

図１のセンサの出力信号の形成を示す図

（a）

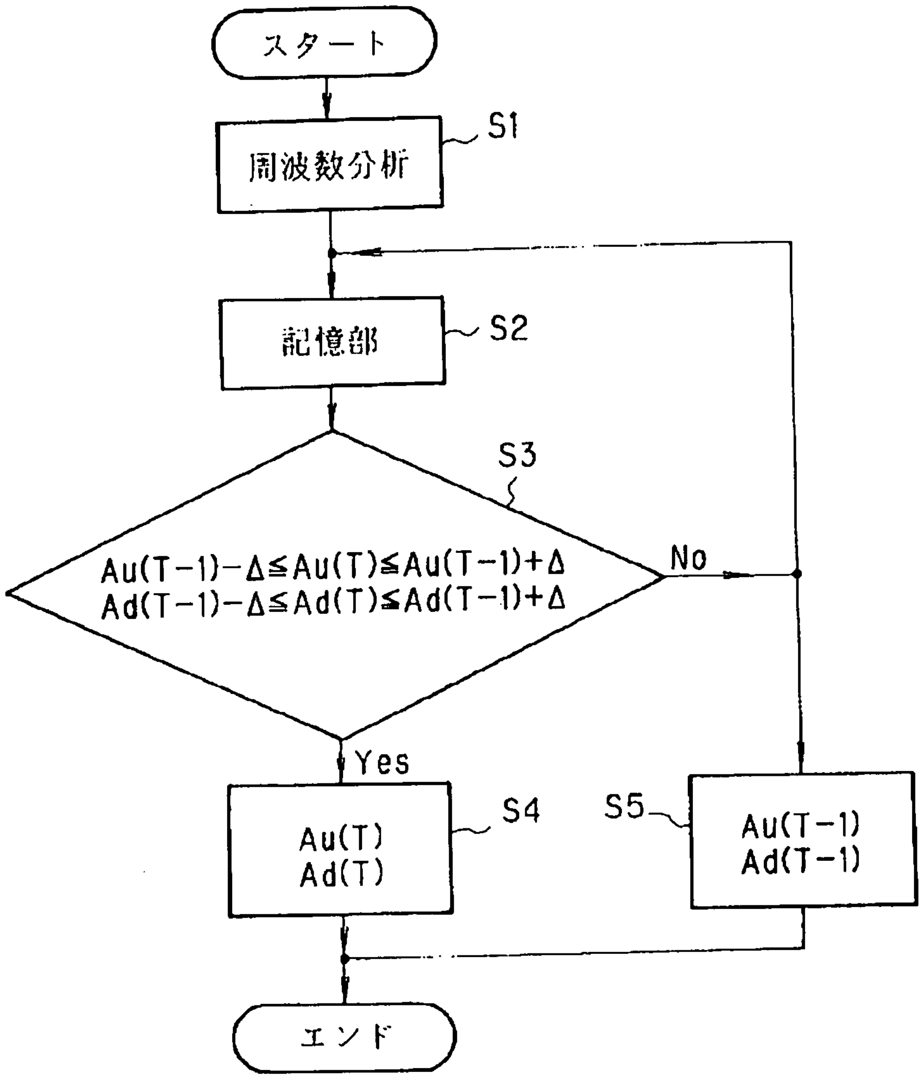


（b）



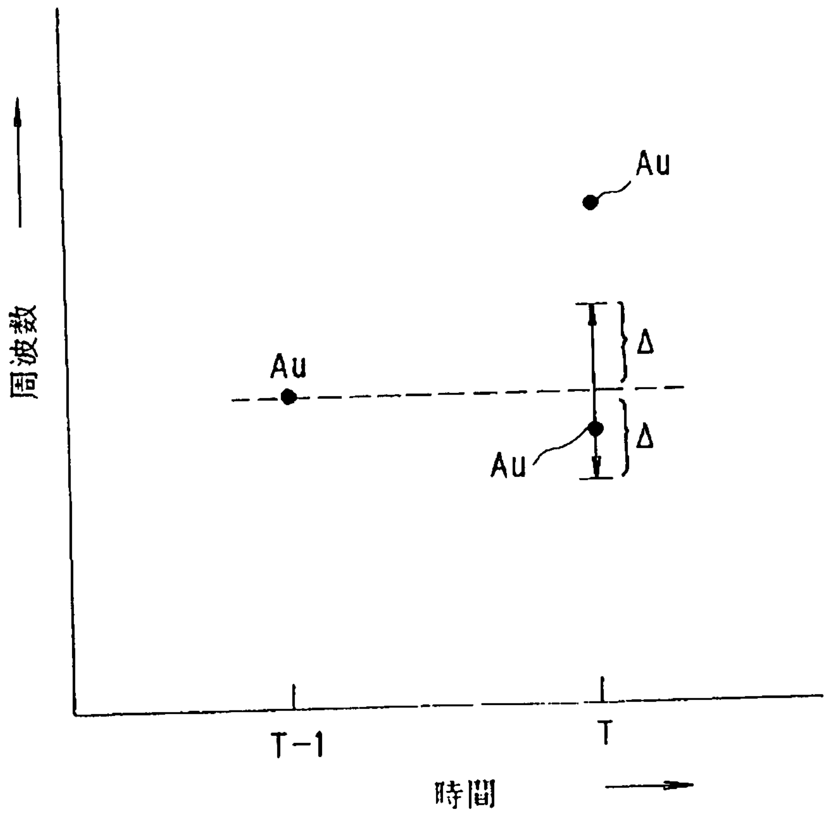
[Drawing 4]

図３に示す信号処理部による信号処理のフローチャート



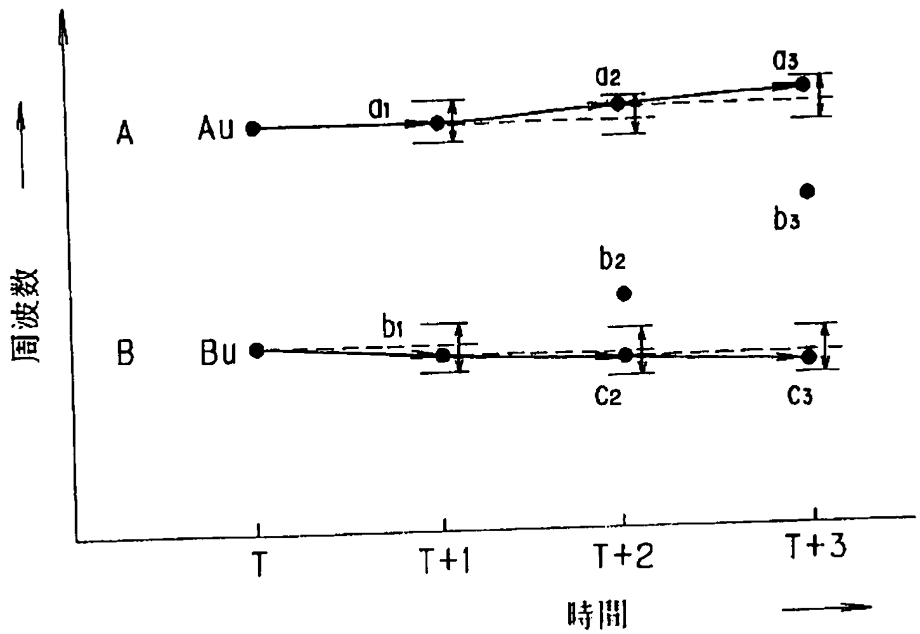
[Drawing 5]

図4のフローチャートで処理される信号の状態を示す図



[Drawing 6]

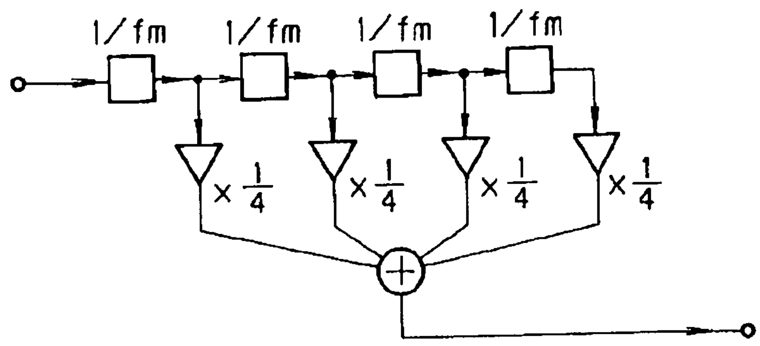
複数の目標の場合に処理される信号の状態を示す図



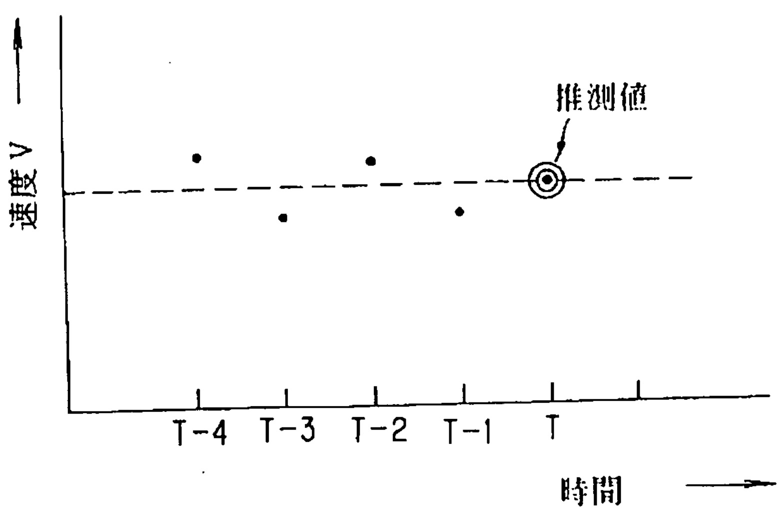
[Drawing 7]

(11)及び(12)式から得られた速度信号Ｖから
予測速度ＶＯを推定する回路

(a)



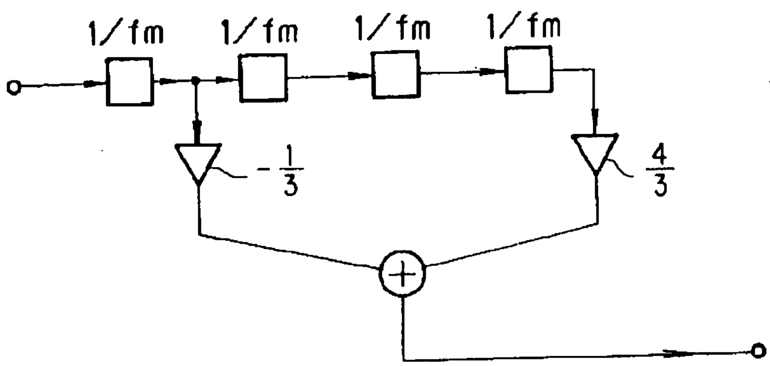
(b)



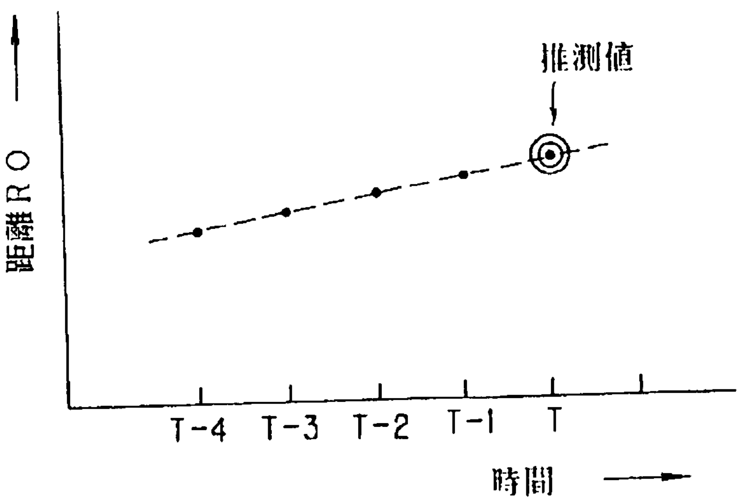
[Drawing 8]

(11)及び(12)式から得られた距離信号ＲＯから予測信号ＲＯＯを推定する回路

(a)



(b)



[Translation done.]